

## Sainte Croix-en-Jarez, Loire Chartreuse de Sainte-Croix-en-Jarez

Étude et conservation des décors de l'ancienne nef

Septembre 2023



Maîtrise d'ouvrage  
Mairie de Sainte-Croix en Jarez  
Daniel Torgues  
Le maire  
Jean-Michel Chauvet  
Le deuxième adjoint  
42 Sainte-Croix-en-Jarez  
06 12 83 52 65  
mairie.sc@wanadoo.fr  
jeanmichel.chauvet@orange.fr

Maîtrise d'œuvre  
CRMH DRAC  
Auvergne Rhône-Alpes, site de Clermont-Ferrand  
Hôtel de Chazerat  
4, rue Blaise Pascal  
63010 CLERMONT-FERRAND cedex 1

Grégoire Chalié  
Conservateur régional adjoint  
des monuments historiques pour le 03, 15, 42, 43, 63

Pierre Taillefer et Nadège Favergeon  
Conservateur des monuments historiques  
l'Allier, de la Loire (arr. de Roanne et Saint-Etienne) et de la  
Haute-Loire  
04.73.41.27.05  
pierre.taillefer@culture.gouv.fr  
nadege.favergeon@culture.gouv.fr

Architecte du patrimoine  
Richard Goulois - Croisée d'archi  
42, Rue de la république - 42400 Saint Chamond  
04 77 22 75 57  
richard.goulois@croiseedarchi.fr

Analyses  
Sinopia expertise  
Sébastien Aze  
Conservation Restauration expertise et conseil  
sebastien.aze@sinopia-aix.fr

Professionnels de la Conservation-  
Restauration

Claire Bigand - In Situ Conservation  
conservation-restauration peintures murales  
et sculptures polychromes  
06 15 42 40 58  
clairebigand@insituconservation.art

Davide Orsi - In Situ Conservation  
conservation-restauration peintures murales  
et mosaïques  
07 67 39 54 95  
davideorsi@insituconservation.art  
80 chemin des Perrets - 73470 Novalaise  
www.insituconservation.art

Crédits photographiques: Davide Orsi, Claire Bigand.

# Sommaire

1. Contexte de l'intervention	5
2. Évolution des décors de l'ancienne église	6
3. La stratigraphie propre aux décors de la nef	12
4. Constat de l'état de conservation des peintures murales du chœur	16
4.1 État de conservation du support	
4.2 État de conservation de la couche picturale	
5. Traitement de conservation des enduits peints du XIVe siècle	18
6. Étude stratigraphique (réalisées en 2021)	22
7. Les analyses de la nature des peintures	28
8. Enquête climatique dans le chœur	30
8.1. Observations extérieures	
8.2. Pose des capteurs thermo-hygrométriques	
9. Préconisations pour la conservation des décors muraux	40



## 1. Contexte de l'intervention

La Chartreuse est fondée en 1281 par Béatrix de la Tour. Au XIV<sup>e</sup> siècle des peintures murales sont réalisées dans l'église en l'honneur de l'archidiacre de Lyon, Thibaud de Vassalieu. Au XVII<sup>e</sup> siècle une grande phase de reconstruction marque fondamentalement la physionomie de la chartreuse après des incendies et les guerres de religion. Les Chartreux sont chassés du site de Sainte-Croix en 1792. L'ancienne Chartreuse forme aujourd'hui de façon singulière, l'essentiel du bourg de la commune de Sainte-Croix-en-Jarez. Les peintures murales historiées qui sont l'objet de la présente étude, sont classées par arrêté au titre des Monuments Historiques en 1902, puis en 1988 une inscription sur l'inventaire supplémentaire protège l'église et les bâtiments conventuels pour obtenir en 1993 un nouveau classement du site en zone urbaine et paysagère.<sup>1</sup>

Les peintures murales de la sépulture de Thibault de Vassalieu, dès leur découverte lors d'une excursion de la Société DIANA de Montbrison en 1896 ont suscité un grand intérêt. Le contexte de cette découverte est connu grâce à la monographie de Sainte-Croix et aux articles consacrés aux peintures murales de l'église écrits par Antoine Vachez. Très vite à la suite de leur découverte, un dégagement est réalisé pour mettre au jour l'intégralité de quatre scènes historiées et des trois murs peints par M.L.Favarcq. Il en fait une description précise en 1897<sup>2</sup>. L'auteur est déjà conscient qu'il est en présence d'une chronologie de plusieurs décors successifs. À la suite de cette découverte, les peintures sont classées et une première campagne de relevés aquarellés est réalisée en 1943 pour le compte des M.H. par Yvonne Giraud-Henriot (conservés à la médiathèque du patrimoine). Aucun autre document ne parle d'une éventuelle restauration. Il faut attendre 1987 pour que les peintures soient nettoyées et consolidées par la société ARCOA.

Cette restauration intègre alors un projet d'envergure de Jean-François Grange-Chavanis, architecte en chef des Monuments Historiques, qui proposait de redonner à l'édifice une lisibilité fortement perturbée par des altérations structurelles et esthétiques modernes et contemporaines. Cet ambitieux projet ne verra par le jour.

En 2007, les peintures du chœur de Sainte-Croix font l'objet d'un mémoire de maîtrise soutenu à l'Université Lumière Lyon 2 sous la direction de Véronique Rouchon (CIHAM). À cette occasion Stéphanie Favier interroge pour la première fois les peintures d'un point de vue iconographique (Favier 2007).

En 2015, un nouveau diagnostic sur les décors de l'ancien chœur a été réalisé par Florence Cremer suivi d'une intervention de consolidation des peintures.

Le présent rapport fait état des études et interventions qui ont été menées en septembre 2023 à la suite d'une étude poussée sur les décors de l'ancien chœur réalisée en 2021/22.

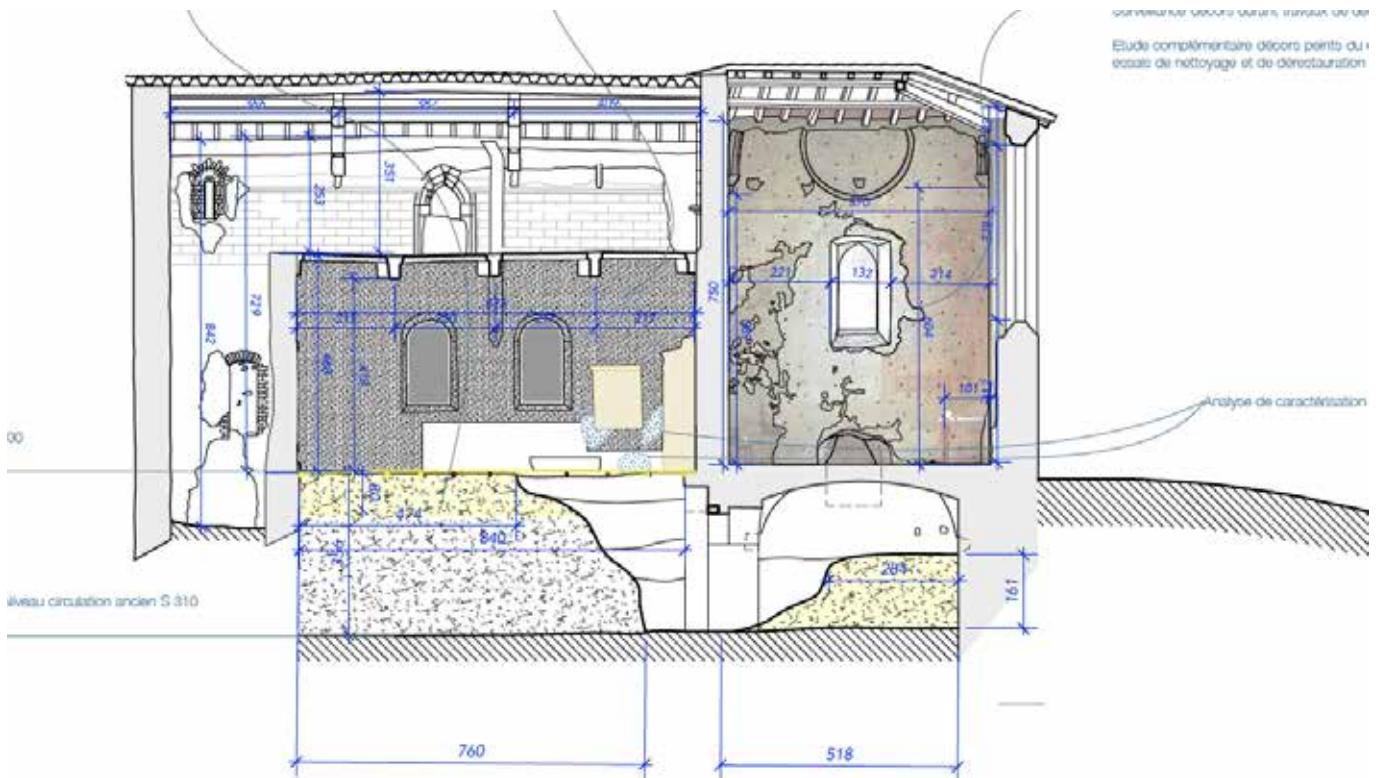
Le projet de revalorisation de la Chartreuse est portée avec volonté par la mairie représentée par son maire Daniel Torgues et Jean-Michel Chauvet deuxième adjoint et président de l'association de sauvegarde de la Chartreuse, épaulée scientifiquement par la DRAC Auvergne-Rhône-Alpes représentée par Pierre Taillefer et le cabinet d'architecture Croisée d'archi représenté par Richard Goulois.

1. <https://monumentum.fr/ancienne-chartreuse-pa00117593.html>

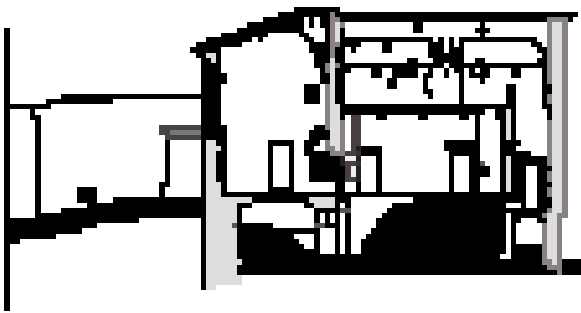
2. Favarcq, Bulletin de la DIANA, 1897, p. 293-

## 2. Évolution des décors de l'ancienne église

Les études menées par Florence Cremer, Mathilde Duriez et In Situ Conservation en 2021/ 2022 puis 2023 ont permis de dégager plusieurs campagnes décoratives.

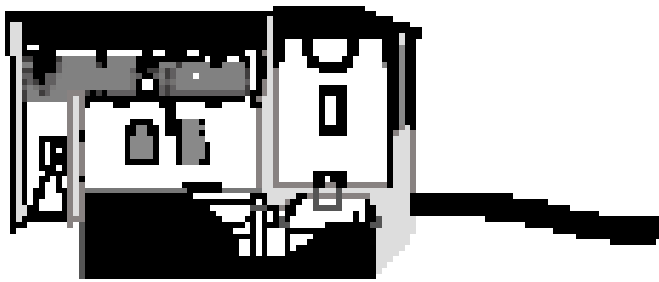


Configuration actuelle de l'édifice, avec la division de l'ancienne église en trois espaces distincte.  
Élévation intérieure Sud, Mathilde Duriez, 2022  
Élévation intérieure Nord, Croisée d'archi, 2020



### État 1 – Une première église primitive fin XIIe siècle

L'analyse archéologique des élévations et l'étude des différents revêtements muraux de Mathilde Duriez permet aujourd'hui d'avancer une chronologie de construction en quatre grands états successifs. Nous ne restituons là que les états ayant eu une réalité décorative. Mathilde Duriez fait mention d'une église médiévale primitive construite autour de 1280 et détruite autour de 1331.

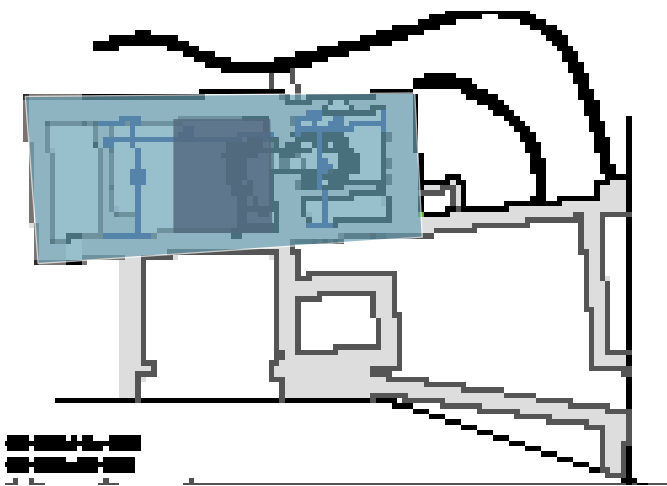


### État 2 – L'église médiévale du premier quart du XIVE siècle

La seconde église se compose d'une nef unique, mesurant 12.30 m de long et 6.71m de large. La lecture des élévations faite par Mathilde Duriez lui permet d'avancer que cette église a été couverte d'une charpente voûtée ou diaphragme en bois, soutenant un toit en bâtière. L'éclairage de cette nef est réalisé grâce à deux grandes baies gothiques aménagées dans les murs gouttereaux Nord et Sud et que l'on a retrouvé lors des sondages.

Le chœur rectangulaire, située à l'Est de la nef est introduit par un arc triomphal. Deux fenêtres témoignent d'un dispositif d'éclairage direct du chœur. La baie ogivale du chevet et l'oculus aménagé dans le mur gouttereau Nord.

Cette organisation bipartite dans le plan, oppose le volume simple de la nef unique à l'espace oriental introduit par l'arc triomphal. Ce dernier reflète la distinction entre la partie la plus sacrée de l'édifice: le sanctuaire et la nef séparés par des barrières liturgiques.

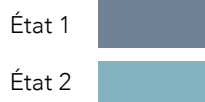


Configuration de l'actuel édifice, avec la division de l'ancienne église en trois espaces distincte.

Élévation intérieure Sud, Croisée d'archi, 2020

Élévation intérieure Nord, Croisée d'archi, 2020

Plan, Croisée d'archi, 2020



Les peintures associées à cet état 2 :

A ce stade il est logique que l'édifice soit orné d'un décor pour achever la construction de la nouvelle église. Les élévations sont constituées de matériaux disponibles sur le site de Sainte Croix, des parements de schiste. Elles sont maçonnées et enduites. L'enduit n'est pas dressé pour être le support d'un décor somptueux. L'observation en lumière rasante met en évidence un enduit qui épouse les moellons sans uniformiser la surface, certaines pierres restent affleurantes, les éléments architecturaux en pierre de taille ne sont pas enduits (oculus, nervures de voûte, cul de lampes, baies ogivale à l'Est). A ce stade les culs de lampes sont sculptés et la voûte - probablement voûtée sur ogive - est dotée de nervures en pierre de taille. La baie géminée à l'est est dotée d'un jambage en pierre de taille de forme épurée. Les retombées de voûte à l'Est sont figurées et les deux dernières à l'Ouest sont ornées de motifs végétaux (Moine encapuchonné, double figure - probablement du grès).

Un badigeon de chaux blanc vient blanchir toutes les surfaces y compris les pierres de taille.

Les éléments peints qui subsistent se situent en encadrement de l'oculus de la paroi Nord. Un seul pigment - l'oxyde de fer rouge. Le décor feint grossièrement des parements en soulignant leur assise et se complète de triangles oxyde de fer rouge. On peut supposer que ce décor mettait en évidence l'architecture du chœur et que l'on pouvait le retrouver autour de la baie axiale et en accentuation des nervures de voûte.

Dans la nef le badigeon blanc se poursuit. Très induré sur l'enduit on peut le suivre sur les élévations. Cependant il n'a pas été mis en évidence de motifs oxyde de fer rouge dans cette partie de l'édifice. On peut ainsi supposer que bien que très simple et sommaire ce premier décor consécutif à la construction a permis d'accentuer la distinction des deux espaces nef et chœur.

Mathilde Duriez fait mention de la modification du couverture du chœur en voûte d'ogive dans un troisième temps. De notre côté il nous semble que la voûte sur croisée d'ogive était déjà en place à l'état 2 de l'église.



### État 3 – Un vaste programme décoratif (second quart du XIVe siècle)

Le programme décoratif de cet état 3 établit clairement des différenciations en fonction des espaces et de leur sacralité.

Deux zones décoratives s'articulent ensemble dans l'église médiévale de Sainte-Croix à partir du second quart du XIVe siècle :

Un décor peint de faux appareil de pierres grises à joint blanc unique est visible sur les murs gouttereaux des combles et sur le mur occidental de la nef jusqu'à l'arc triomphal. Ce décor est surmonté d'une frise géométrique de rubans pliés et haute de 40 cm, s'arrêtant à la base d'une charpente en bois, sans doute à l'origine lambrissée. Cette frise court sur les murs jusqu'à l'encadrement intérieur des fenêtres éclairant la nef, percées dans les murs gouttereaux Nord et Sud. Ces baies sont alors mises en valeur par un second faux appareil ocre jaune et rouge dans la continuité de la frise géométrique. L'ébrasement des baies est orné par une alternance de deux ou trois claveaux jaunes et d'un claveau rouge séparé par un double joint blanc et un filet noir. L'arc triomphal, côté nef, fait également l'objet du même soin décoratif. Les pilastres de l'arc sont peints, jusqu'aux impostes, d'un faux appareil de pierres grises à joint blanc, qui s'inscrit dans la continuité des murs gouttereaux. L'arc est quand à lui décoré par le même décor que les ébrasements des baies.

Dans la continuité de la nef, le chœur gothique est également décoré. Le décor de la nef se prolonge dans le chœur mais de façon légèrement différente. Les nervures de la voûte d'ogive aujourd'hui disparue étaient recouvertes d'un décor de faux appareils ocre rouges et jaunes au même titre que la baie ogival du chevet.



Décor état 3 dans l'ancienne nef.



Décor état 3 dans l'ancienne nef.  
Parements gris et joints blancs.



Décor état 3 dans l'ancienne nef.



Décor état 3 dans le nef.



Frise de rubans plissés, état 3 dans le chœur.



Cul-de-lampe de l'état 3 dans le chœur.

### État 3' – Les peintures de Thibaud de Vassalieu (deuxième moitié du XIVe siècle)

Dans le chœur les murs sont blanc jusqu'au niveau de circulation restitué. Une large frise (0.60 m de haut) court alors au niveau de la ligne des retombées des nervures de la voûte sur les murs gouttereaux nord et sud et s'arrête à proximité de la baie centrale du chevet. Cette frise est constituée de rinceaux alternant feuilles d'acanthé rosées et bleues liées par des liens jaunes et encadrées de bandeaux rouge et jaune. Au-dessus les écoinçons des lunettes sont peints en bleu (qui apparaît vert aujourd'hui du fait de l'altération du bleu d'azurite par oxydation en malachite - verte). Une frise à décor géométrique de rubans pliés, similaire à celle observée sur les murs de la nef, longe les arcs-formerets de la voûte. La baie du chevet tout comme l'oculus du mur Nord sont encadrés d'un bandeau rouge et blanc cerné d'un filet noir. L'encadrement et les piédroits de ces baies sont recouverts d'un faux appareil de pierres rouges et jaunes cernées de doubles joints noirs. Sur le mur Sud un décor en trompe-l'œil de vitrail répond au vitrail disparu de l'oculus du mur gouttereau Nord. Celui-ci représente un agneau christique portant un oriflamme rouge. L'agneau s'inscrit dans un premier disque bleu (qui apparaît vert aujourd'hui du fait de la même altération du bleu d'Azurite par oxydation en malachite verte) de 90 cm de diamètre lui-même enchâssé dans un remplage en trompe l'œil (un grand disque ocre jaune de 1.60 m de diamètre entouré de neufs lobes de 30 cm de diamètre portant une étoile en leur centre). Un trompe-l'œil de claveaux rouges et jaunes identique aux deux fenêtres du chœur gothique entoure l'ensemble. Le décor se poursuit autour de l'ancienne porte d'entrée paroi Sud, aujourd'hui sous forme de fragments encore recouverts de badigeons blancs.

Des quatre culots sculptés de la voûte d'ogive, deux sont figurés, situés côté chevet et devaient être visibles depuis la nef. Les deux autres à relief de feuille présentent des moulurations simples. Une description de Théodore Ogier<sup>3</sup> parle d'un décor de ciel étoilé sur les voûtains, disparu avec la destruction de la voûte.

Les peintures figuratives de l'angle nord-est du chœur gothique sont probablement exécutées dans un troisième temps après le décès de Thibault de Vassalieu. Ces peintures sont isolées dans la topographie ecclésiale.

A ce stade dans le sanctuaire dédié aux célébrations, on vient créer une zone d'inhumation circonscrite nettement en élévation et probablement au niveau du sol qui devait accueillir la dalle funéraire de la sépulture. Elles sont isolées du reste des décors peints par une succession d'un rouge et jaune. Cette mise en valeur permet ainsi de différencier et d'équilibrer l'espace dédié à l'inhumation et l'espace de célébration qu'est le sanctuaire.



3 Ogier (T.) 1856, La France par cantons et par communes : Département de la Loire, Vol. 3.

### 3. La stratigraphie propre aux décors de la nef

Lors de l'étude stratigraphique réalisée en 2022, deux décors ont été observés et 3 couches de badigeons, soit 6 à 7 couches superposées.

L'ancienne nef (l'actuelle sacristie) a été divisée en deux parties dans sa hauteur et séparée du chœur médiéval par l'édification d'une paroi au niveau de l'ancien arc triomphal. Deux baies en plein cintre ont été ouvertes au nord. Du fait de ces profondes modifications, aujourd'hui l'ancienne nef nous apparaît comme une simple pièce. Le haut des parois et la couverture actuelle sont visibles par une trappe dans le plancher haut. A l'est une porte de plein pied donne accès au chœur médiéval et au sud à l'église construite au XVIIe siècle, qui est l'actuelle église paroissiale.

#### 1/ Décor attribué au XIXe siècle (État 5):

Les sondages réalisés en 2022 ont mis en évidence une peinture figurant une croix sur un demi-disque ou dôme. Le décor isolé se situe paroi nord, à une hauteur de 1,50m du sol actuel entre les deux baies XIXe. La peinture est à la détrempe, il s'agit d'une terre d'ombre et d'un peu ocre jaune sur le fond. Le motif est peint sur fond de badigeon blanc



#### 2/ Décor attribué au XVIIe siècle (État 4):

Les enduits que l'on trouve en partie inférieure de la pièce sont postérieurs à sa division dans la hauteur. Il n'y a plus d'enduits médiévaux en dessous du plancher haut. Le premier enduit observé est un enduit de chaux de couleur grise d'une granulométrie fine et régulière. Il pourrait être attribué au XVIIe siècle. Cet enduit est recouvert d'un badigeon blanc piqueté et qui apparaît très brun du fait de sa réenduction par un enduit chargé en terre.

Au-dessus du plancher haut, on observe des fragments d'un faux marbre sur fond blanc. Ces fragments sont uniquement visibles sur l'arc triomphal côté nord est. Il s'agit d'un décor à la détrempe sur badigeon de chaux. Le décor est similaire à celui présent dans le chœur médiéval.



### 3/ Décor attribué au XIV<sup>e</sup> siècle (État 3):

Au-dessus du plancher haut on retrouve les enduits médiévaux et leurs décors peints attribués au XIV<sup>e</sup> siècle. Le fait que les décors ne soient pas visibles sous le plancher nous a posé question. Jusqu'à leur disparition avait été attribué au fait de l'aménagement de la sacristie et d'un probablement bûchement des enduits anciens. Cette hypothèse a été remise en question par l'observation de la paroi ouest. En effet sur celle-ci, il est clairement visible que le décor n'a jamais été exécuté dans la partie basse de la pièce. L'enduit qui support le décor se poursuit en partie basse, mais l'exécution du décor de faux parements gris à filets blancs est interrompue. Des coulures de peintures attestent que ces parties n'étaient pas visibles. Ainsi les parois ont pu être habillées de stalles ou de lambris hauts.

Cette observation nous pousse à dire que les décors qui sont encore conservés dans la nef représentent presque 80% des décors qui avaient été réalisés.



Ces peintures décoratives correspondent au **deuxième décor présent dans le chœur médiéval l'état 3**. Il s'agit d'une frise avec rubans et faux-appareil. Sur les parois le décor de faux appareil est gris avec des joints blancs. Les baies au nord et l'ancien arc triomphal sont mises en valeur par de faux parements de trois couleurs, ocre jaune et rouge à double filets.

Dans le chœur, la strate décorative qui lui correspond était monochrome blanche avec la mise en évidence de l'architecture et des baies par des parements ocre jaune et rouge à double filets, ainsi que la frise de rubans plissés.

On suppose que le faux appareil était présent sur toute la hauteur des parois de la nef. Les sondages ne permettent cependant pas de le confirmer.

Paroi Nord la petite baie en brique était préexistante au décor du XIVe siècle. Elle a probablement été obstruée au XIVe puis réouverte tardivement. Il en est de même pour une petite armoire liturgique paroi sud. Ce sont deux ouvertures de l'église primitive du XIIIe siècle.

Le couverture de la nef devait être voûté en berceau. Les sondages ont permis de mettre en évidence les anciennes baies polychromes au nord comme au sud des murs gouttereaux.

Dimensions du décor XIVe :

Paroi sud hauteur des décors du haut de la frise peinte jusqu'à l'arrêt du décor au plancher actuel : 210 cm de haut.

Décor de faux appareil gris avec filet blanc :

20cm de haut

56 de large

1cm d'épaisseur pour le filet

La frise décorative 36 cm de frise :

Bandeau rouge 5cm

Frise mouchoir pliés 19c

Ligne noire 1cm

Bandeau jaune 4 à 5cm

Bandeau rouge 5 à 6 cm

Bandeau noir 3 cm

Paroi ouest

Entre le haut de la porte cintrée et le début du décor 1,30cm





## 4. Constat de l'état de conservation des peintures murales du chœur

### 4.1 État de conservation du support

- Les modifications d'usage et la création d'un plafond haut ont tronqué les enduits et la visibilité des décors.
- Des fissures sont présentes de façon sporadique et sont stabilisées par les tirants.
- La voûte ancienne n'est plus présente. La couverture en plaque d'amiante fait l'objet d'un remplacement complet à l'occasion de la phase 2 de septembre 2023.
- Les baies anciennes sont bouchées paroi nord et sud. L'arc triomphal donnant sur le chœur est très lacunaire. Seul quelques claveaux sont encore en place.
- Les enduits sont lacunaires sur de grandes zones parois est, nord, ouest et sud et laissent apparaître les parements.
- Les enduits sont soulevés et déplaqués sur de grandes zones.

### 4.2 État de conservation de la couche picturale

- La couche picturale est encore recouverte par des badigeons blancs plus modernes.
- La matière est très soulevée et forme des feuilles déplaquées de l'enduit.
- Les surfaces sont fortement empoussiérées.





Documentation des enduits peints fragmentaires, fissurés et déplaqués.  
Photographies en septembre 2023 en cours de consolidation.

## 5. Traitement de conservation des enduits peints du XIV<sup>e</sup> siècle :

Un dépoussiérage doux a été réalisé avec des brosses en poils de chèvre.

Quelques badigeons non décorés et superposés au décor XIV<sup>e</sup> (ils se présentaient sous forme de grandes plaques) ont été déposés pour permettre la réalisation des travaux de conservation.

Le fait que les décors soient recouverts partiellement par des badigeons, et d'une humidité résiduelle dans les maçonneries a marqué les décors XIV<sup>e</sup>. Il serait urgent de réaliser un dégagement total des surfaces pour que ce phénomène ne s'accroisse pas.

Des solins périphériques ont été posés en bordure de lacune pour apporter une accroche mécanique aux fragments :

3 parts de sable fin à carreler et 1 part de chaux aérienne

3 parts de sable 01 et 1 part de chaux hydraulique NHL3,5 Lafarge

Consolidation des enduits soulevés :

Des injections de coulis ont été réalisées dans les plaques d'enduits soulevées et vibrantes, ou dans les poches creuses et présentant des fragilités.

Injections une part de chaux hydraulique NHL2, pour deux parts de carbonate de calcium.

Syton X30 à 10 % sur les surfaces des enduits pulvérulents pour apporter une nouvelle cohésion à la matière sans former de film.

Consolidation des enduits :

Paroi ouest quelques consolidations de surface de la couche picturale ont été nécessaires. Cette opération a été menée avec un adhésif acrylique validé par le LRMH, Acryl® E330 à 5 % dans l'eau.





Paroi nord, après réalisation de la consolidation.

Partie haute de l'ancienne nef, une fois les solins réalisés, en cours de consolidation par injection de Syton X30 et de coulis de PLM.



Paroi sud-ouest, après réalisation de la consolidation.

Paroi sud-est, en cours de travaux.



Pari est, murée probablement au XVIIe siècle.

Pari ouest, le décor recouvre l'ensemble de la partie haute.  
Emplacement de l'ancien arc de la couverture.

## 6. Étude stratigraphique

Toutes les stratigraphies de la nef réalisées en 2021

Sainte-Croix-en-Jarez  
Ancienne nef



Stratigraphie n°: 1

Localisation: paroi Nord

Hauteur 4,30m

N°	Couche	Couleur perçue visuellement	Nature	Observations
0	Structure	Gris	Maçonnerie	pierre gobetti
1	enduit	gris	sable chaux	enduit au sable fin et régulier, présence de nodules de chaux blanc
1b	badigeon	Blanc	chaux	épais très résistant, adhérent au support
1c	couche pictural	Gris terre d'ombre	chaux	couche picturale monochrome, l'ensemble du premier décor est fragmentaire et visible en partie haute, entre 3,80 et 4,20 m, au dessus du plancher
2	Badigeon	Blanc	chaux	épais, extrêmement strié et chaotique
3	Badigeon	Blanc	chaux	très lié au précédent, aussi épais et chaotique, et encrassé, possiblement en raison de l'incendie marqué dans les archives
4	Enduit	Beige gris	sable chaux	enduit de bouchage avec des grains très peu régulier, assez blanc
5b	Badigeon	Blanc	chaux	
6	Badigeon	Blanc	chaux	
7	Peinture	ocre jaune	chaux?	



## Sainte-Croix-en-Jarez Ancienne nef



Stratigraphie n°: 2

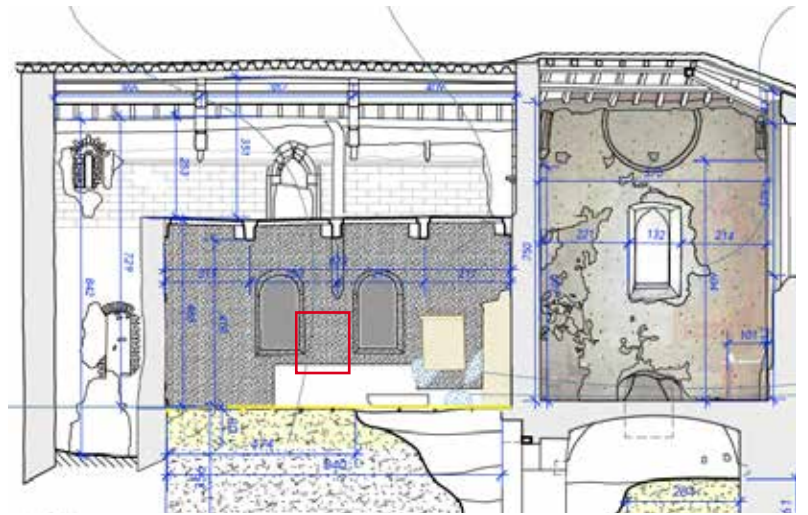
Localisation: paroi Sud

Hauteur 4,20m

N°	Couche	Couleur perçue visuellement	Nature	Observations
0	Structure	Beige	Maçonnerie	Pierre de tuff
1	enduit	gris	sable chaux	enduit fin et régulier
1b	couche picturale	blanc	chaux	( La couche correspond au décor XlVe en partie haute dans l'ébrasement de l'ancienne baie paroi Sud côté Ouest.)
2	badigeon	blanc	chaux	un peu épais, empoussièrément brun rouge
3	badigeon	blanc	chaux	fin
4	badigeon	blanc	chaux	fin- toutes les couches sous-jacentes à celle ci sont piquetées
5	enduit	gris	sable chaux	enduit fin et régulier, 1cm d'épaisseur
5b	badigeon	blanc	chaux	strié
6	enduit	blanc	plâtre	comblement ponctuel
6b	badigeon	jaune	chaux	visible



Sainte-Croix-en-Jarez  
Ancienne nef



Stratigraphie n°: 3a

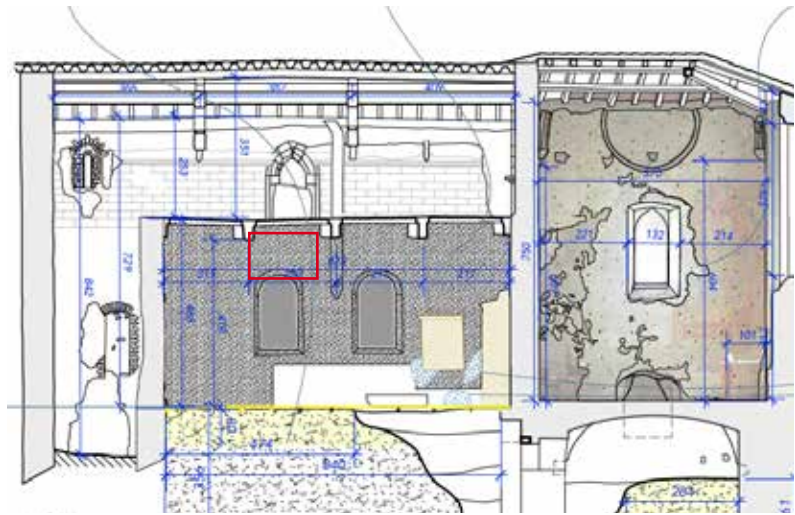
Localisation: mur nord

Hauteur 1,50m

N°	Couche	Couleur perçue visuellement	Nature	Observations
0	Structure	Beige	Maçonnerie	
1	enduit	grise	chaux sabe	decor peint: coix sur mont, lacunaire, h1,5m du sol actuel, 1,04 du sol ancien
1b	couche picturale	blanche	chaux	
2	badigeon	blanche	chaux	
3	badigeon	jaune	chaux	visible



Sainte-Croix-en-Jarez  
Ancienne nef



Stratigraphie n°: 3b

Localisation: mur nord

Hauteur 1,50m

N°	Couche	Couleur perçue visuellement	Nature	Observations
0	Structure	Gris	Maçonnerie	Pierre gobetti
1	enduit	gris	sable chaux	enduit au sable fin et régulier, présence de nodules de chaux blanc
1b	badigeon	Blanc	chaux	épais très résistant, adhérent au support
1c	couche pictural	Gris terre d'ombre	chaux	couche picturale monochrome, l'ensemble du premier décor est fragmentaire et visible en partie haute, entre 3,80 et 4,20 m, au dessus du planchier
2	Badigeon	Blanc	chaux	épais, extrêmement strié et caotique
3	Badigeon	Blanc	chaux	très lié au précédent, aussi épais et caotique, et encrassé, possiblement en raison de l'incendie marqué dans les archives
4	Enduit	Beige gris	sable chaux	enduit de bouchage avec des grains très peu régulier, assez blanc
5b	Badigeon	Blanc	chaux	
6	Badigeon	Blanc	chaux	
7	Peinture	ocre jaune	chaux?	



## Sainte-Croix-en-Jarez Ancienne nef



Stratigraphie n°: 4

Localisation: mur sud

N°	Couche	Couleur perçue visuellement	Nature	Observations
0	Structure	Gris	Maçonnerie	pierre gobetti
1	enduit	gris	sable chaux	enduit au sable fin et regulier, presence de nodules de chaux blanc. Ancienne baie bouchée postérieurement. Profondeur de plus de 20cm.
1b	badigeon	Blanc	chaux	épais très resistant, adherent au support
1c	couche pictural	Gris terre d'ombre	chaux	couche picturale monochrome, l'ensemble du premier décor est fragmentaire et visible en partie haute, entre 3,80 et 4,20 m, au dessus du plancher
2	Badigeon	Blanc	chaux	épais, extrêmement strié et caothique
3	Badigeon	Blanc	chaux	trés lié au précédent, aussi épais et cahotique, et encrassé, possiblement en raison de l'incendie marqué dans les archives
4	Enduit	Beige gris	sable chaux	enduit de bouchage avec des grains très peu regulier, assez blanc
5b	Badigeon	Blanc	chaux	
6	Badigeon	Blanc	chaux	
7	Pentuire	ocre jaune	chaux?	



Sainte-Croix-en-Jarez  
Ancienne nef



Stratigraphie n°: 5

Localisation: Mur Est chaine d'angle

N°	Couche	Couleur perçue visuellement	Nature	Observations
0	Structure	Beige	Maçonnerie	ne reste que 5 claveaux
1	badigeon	blanc ave du noir	chaux	pas très adhérent
2	badigeon	blanc	chaux	épais et peu homogène



## 7. Les analyses de la nature des peintures

Des analyses ont été réalisées en 2015 et 2021 dans le chœur. Nous pouvons supposer que le prélèvement **PM2** est de nature identique aux décors de la nef. L'analyse met en évidence composé organique de type Esters d'Acides Gras - EAG, liant lipidique (huile végétale) ainsi qu'une matrice organique (possible protéine).

Prélèvements de matière peinte :

**PM1** : Paroi nord, scène de l'inhumation dans le manteau rouge d'un évêque ou d'un des pères des chartreux.

Prélèvement dans les taches brunes pour une mise en évidence des substances et tentative de définition d'un protocole de retrait de cette ou ces substances.

Stratigraphie :

0. Enduit support, chaux et sable,
- 0b. Possible couche de finition blanche, base de chaux.
1. Couche picturale ocre jaune
2. Couche picturale orangée
3. Couche picturale rouge
4. Couche superficielle organique (consolidant présumé), transparent translucide, localement brunie (altération chromatique).

**PM2** : Paroi est remplage central dans les parements peints (ocre rouge, ocre jaune et filet rosé). Détermination de la technique d'origine puisque pas d'observation de reprises de brillance ni de consolidation. L'observation sous UV le confirme.

Stratigraphie visible :

- Pierre
- Badigeon banc
- Couche picturale rosée (fond)
- Couche picturale noire (filet noir)
- Badigeons blancs superposé.

Matrice organique de type Esters d'acides gras - EAG, liant lipidique (huile végétale) ainsi qu'une matrice organique (possible protéine). Pas de copolymère acrylique dans cet échantillon.

**PM3** : Paroi nord scène du couronnement. Étoile noir dans le ciel rouge. Détermination de deux rouges et d'une feuille métallique.

Stratigraphie visible:

- Enduit sable et chaux
  - Badigeon blanc de chaux
  - Couche ocre jaune préparation ou peinture ancienne
  - Couche picturale rouge rechampi ?
  - Couche noire (feuille métallique)
  - Substance filmogène (acrylique et/ou cire)
- Rouge de minium (avec un liant lipidique ou consolidant lipidique)

Couche résiduelle de Cinabre (vermillon)

Feuilles métalliques d'étain.

Les analyses réalisées par Sébastien Aze présentent deux rouges de natures différentes. Une couche de minium et composé organique plombifère et une couche résiduelle de cinabre (vermillon).

*CF les analyses complètes en annexe.*

## Compilation des substances mises en évidence par les analyses de 2015 et 2021

Dominique Fromageot - Cnep  
Sébastien Aze - Sinopia

Azurite (bleu) SX1, SX6

Malachite (vert, dégradation de l'Azurite?) SX2, SX3, SX4,

Ocres

Cinabre (couche résiduelle) PM3

Minium PM3

Feuilles métalliques d'étain PM3

Jaune d'œuf SX1, SX2, SX5, SX6, SX7, SX8, PM2

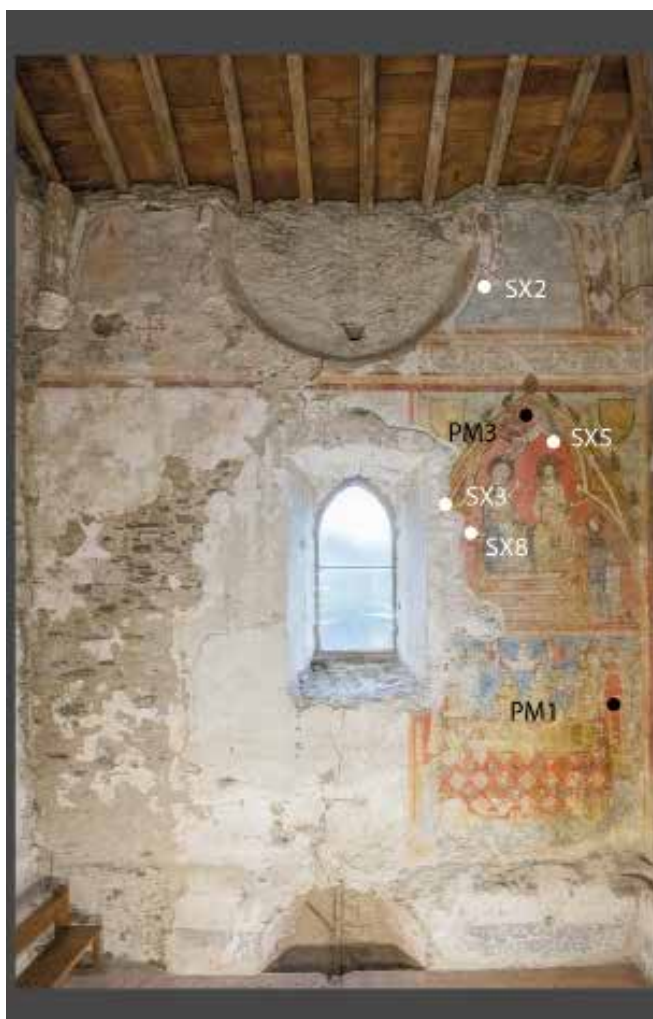
Carbonate de plomb (Céruse ?) SX1, SX2, SX3, SX4,

Huile de lin (liant ou fixatif postérieur?) SX2, SX3, SX4, SX7?, SX8?

Cire d'abeille (fixatif postérieur?) SX1

Copolymère acrylique (fixatif 1987? Paraloid® B72 ou équivalent) SX1, SX3, SX4, SX5, SX6, SX7, SX8, PM1?

Résine phénolique SX5



## 8. Enquête climatique dans le chœur

Suivi de janvier 2021 à janvier 2022, puis de septembre 2022 à septembre 2023.

Cette enquête a pour objet de déterminer les causes des dégradations des peintures dans l'ancien chœur en mettant en évidence :

- les causes des efflorescences salines
- les causes du développement des micro-organismes

Les données intérieures sont comparées à celle de la station météo de Bessat la plus proche du site de Sainte Croix-en-Jarez

ID: 42306001

Nom usuel: TARENTEISE

Altitude: 1090

Commune: Tarentaise

Département: 42

### 8.1. Observations extérieures

Sur la façade extérieure Nord on observe un contrefort très saillant qui présente des développements de végétaux. Les maçonneries extérieure ont été reprises en 2012. Cet élément architectural est une source d'infiltration des eaux de pluies.

Façade extérieur Est, une construction juxta la façade et s'arrête au niveau de la baie Sud. Les eaux pluviales qui tombent sur cette toiture, éclaboussent la baie dont les joints ne sont pas étanchent.

Façade Sud un décroché de la paroi est sujet à la prise des eaux de pluie et à leur migration vers l'intérieur.

Façade Sud, une solive n'est plus protégé par un enduit. Elle est exposée à la pluie battante.



## 8.2. Pose des capteurs thermo-hygrométriques

L'évolution de l'humidité dans l'édifice, a été réalisée au moyen d'un suivi micro-climatique annuel de janvier 2021 à janvier 2022. Ce suivi permet d'établir le comportement thermique et hydrique en fonction notamment des contraintes exercées par les variations du climat extérieur (température, hygrométrie, pluviométrie) et des activités dans le chœur qui ont eu lieu au cours de l'année.

L'évolution des conditions micro-climatiques a été contrôlée par quatre capteurs thermo-hygrométriques autonomes de type HOBO®, programmés pour relever la température et l'humidité relative toutes les deux heures. Lors de la première campagne de suivi, six capteurs ont été installés dans le chœur, au plus près des décors peints et à des hauteurs différentes. Lors de la deuxième campagne trois capteurs ont été installés et leur localisation a été maintenu en C3, C4 et C6.

Ci dessous, le plan d'implantation présente la localisation des capteurs maintenus sur les deux périodes de relevés.

Au cours de l'année un capteur c'est montré défectueux et un capteur à disparu en fin de saisie des données.

Les données sont interprétées en lien avec les données météorologiques fournies par la station Météofrance de Bessat, située à 15 km de l'église Saint de Sainte-Croix-en-Jarez ce qui nous permet d'évaluer l'étanchéité du bâtiment.

Le suivi micro-climatique met en évidence les informations statistiques significatives valeurs moyennes, écarts instantanés et gradients thermo-hygrométriques, amplitudes quotidiennes, écarts au point de rosée, humidité spécifique, etc.

- une humidité trop basse dessèche les matériaux hygroscopiques, la formation des sels et entraîne une rétraction de la matière.
- une humidité trop élevée provoque l'augmentation du volume des matériaux hygroscopiques (phénomène de gonflement du bois) et favorise le développement des moisissures, des micro-organismes, la solubilisation des sels et la corrosion des métaux.
- une variation rapide et importante de l'humidité relative fragilise la structure des matériaux comme les enduits et provoque des détériorations.

En règle générale, pour une bonne conservation des peintures murales, il est recommandé une hygrométrie et une température les plus constantes possibles:

Température de 20° C

Fluctuation annuelle de +/- 10% (entraîne un risque très faible de dégradation) soit entre 18° et 22° c.

Hygrométrie de 60%

Fluctuation annuelle de +/- 10% (entraîne un risque faible de dégradation) soit entre 55% et 65%HR.

Données sur l'année 2021

Les capteurs C2 et C5 ont eu un dysfonctionnement qui n'a pas permis d'enregistrer les données d'une année complète. Le capteur C4 a eu un défaut de prise de données et c'est arrêté à 236 jours de captations. Nous nous basons donc sur les capteurs C3, C4 et C6 qui ont relevés l'entière plage annuelle observée. Nous avons redoublé de mal chance sur cette opération, car un capteur a disparue le temps des travaux, le capteur C1.



## TEMPÉRATURE

### Caractéristiques principales:

- évolution de la température très proche de celle relevée en extérieur, avec un faible degré d'amortissement des variations de court et moyen terme.
- Valeurs extrêmes: minimales de 1°C (mi-janvier), maximales de 26°C (mi-août).
- Forte homogénéité des températures (écart maximal moyen de 0,54°C, écart type moyen de 0,30°C).
- Températures très légèrement plus faibles dans l'ombre de la baie côté est (capteur C4).
- Variations de court terme de la température significatives, en particulier pour les capteurs C3 et C6, avec des amplitudes thermiques quotidiennes de 1,6°C en moyenne (1,2°C pour le capteur C4).

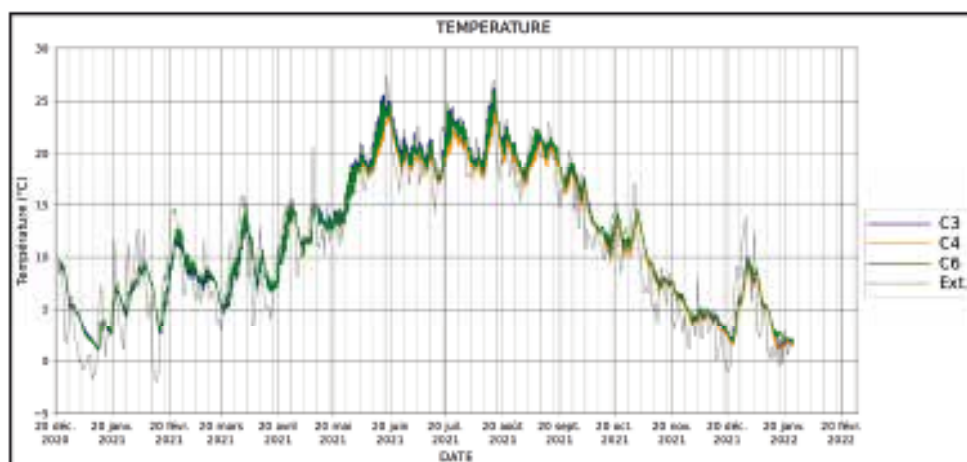


Figure T1:  
Variations de la température moyenne mensuelle par les capteurs C3, C4 et C6 entre le 22 décembre 2020 et le 24 janvier 2022.

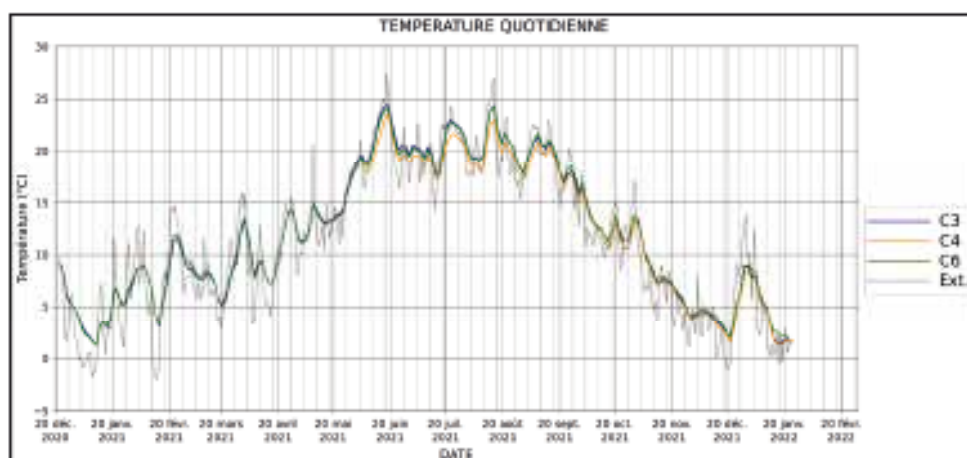


Figure T2:  
Variations de la température quotidienne moyenne mensuelle par les capteurs C3, C4 et C6 entre le 22 décembre 2020 et le 24 janvier 2022.

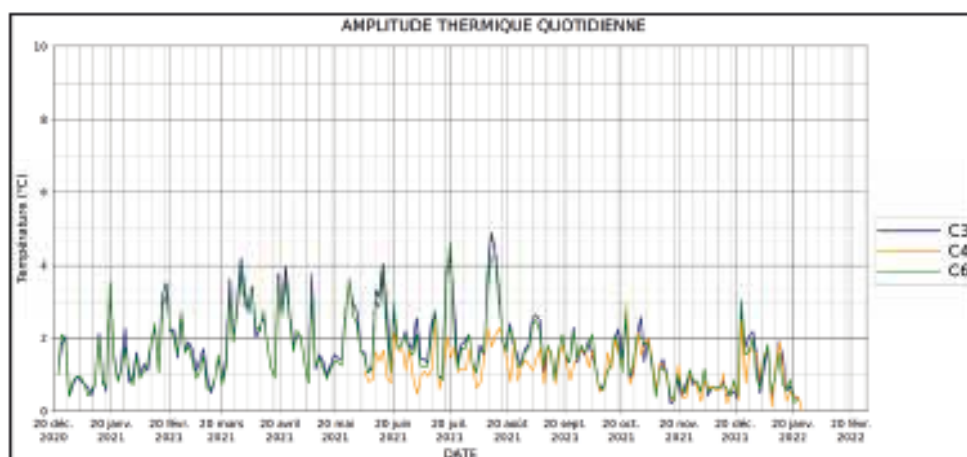


Figure T3:  
Variations de l'amplitude thermique quotidienne mesurée par les capteurs C3, C4 et C6 entre le 22 décembre 2020 et le 24 janvier 2022.

## HUMIDITÉ RELATIVE

### Caractéristiques principales:

- Variations de forte amplitude autour d'une moyenne globale de 72% environ. Les variations sont fortement corrélées aux évolutions de l'humidité relative extérieure, avec néanmoins un amortissement significatif.
- Valeurs extrêmes: maximales supérieures à 90% (fin décembre), minimales inférieures à 40% (début avril).
- Légère hétérogénéité, avec un écart maximal moyen de 4,4% et un écart tpe de 2,4%. L'écart est significativement plus élevé depuis début novembre 2021, avec des valeurs plus élevées dans l'embrasure de la baie est (capteur C4).
- Variations de court terme significatives, avec des amplitudes hydriques quotidiennes généralement comprises entre 5% et 15% (8% en moyenne environ).
- La répartition statistique des valeurs montre l'excès général d'humidité, avec plus de la moitié des valeurs supérieures à 70% pour les capteurs C3 et C6. Pour le capteur C4 (mesure du 2 juin 2021 au 24 janvier 2022), plus de 80% des valeurs sont supérieures à 70%.

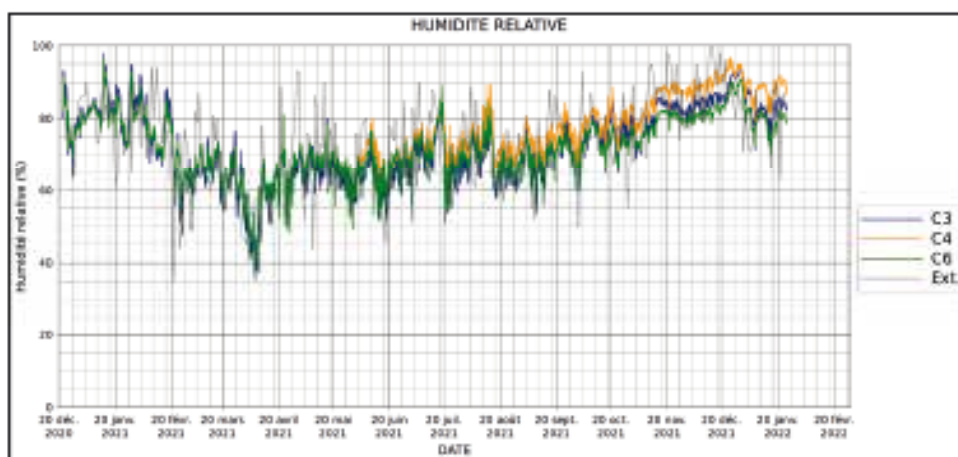


Figure HR1:  
Variations de l'humidité relative mesurée par les capteurs C3, C4 et C6 entre le 22 décembre 2020 et le 24 janvier 2022.

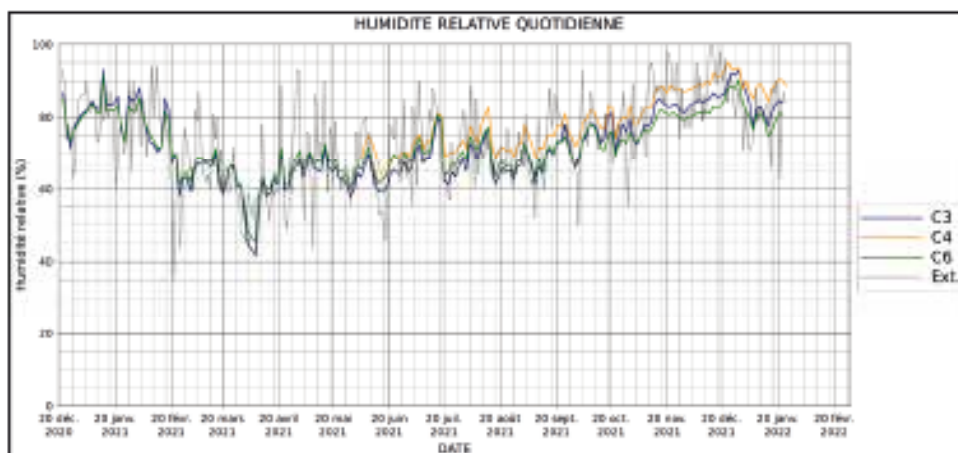


Figure HR2:  
Variations de l'humidité relative quotidienne moyenne mesurée par les capteurs C3, C4 et C6 entre le 22 décembre 2020 et le 24 janvier 2022.

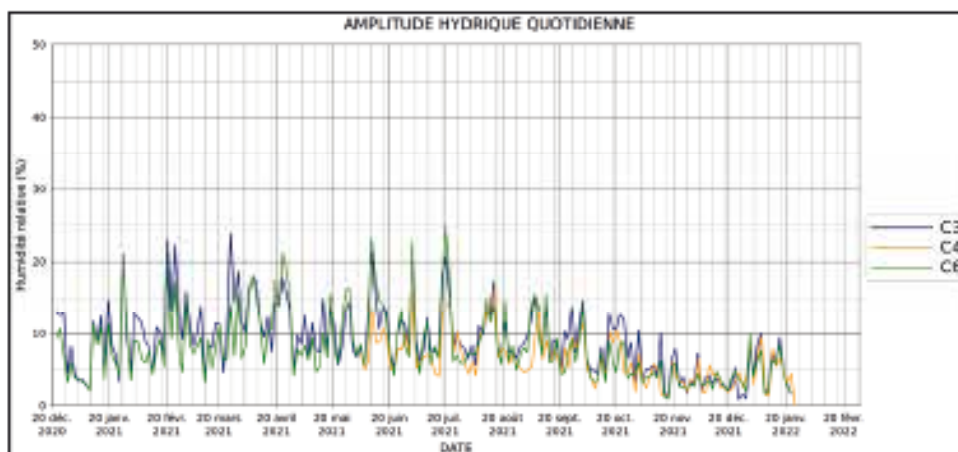
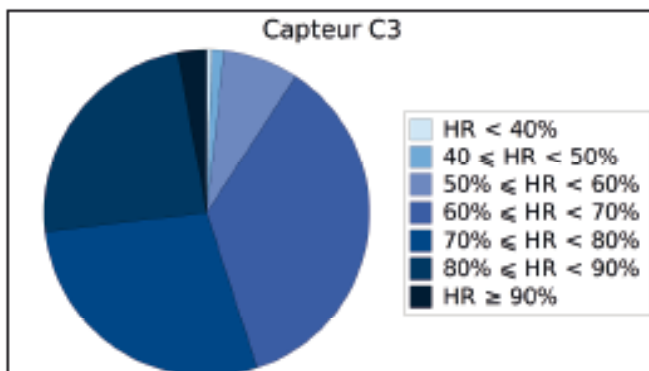
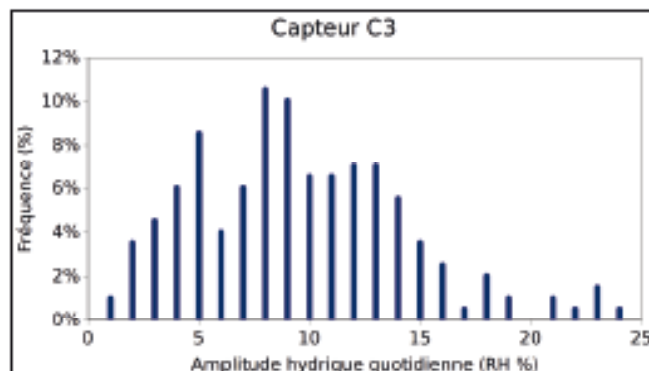


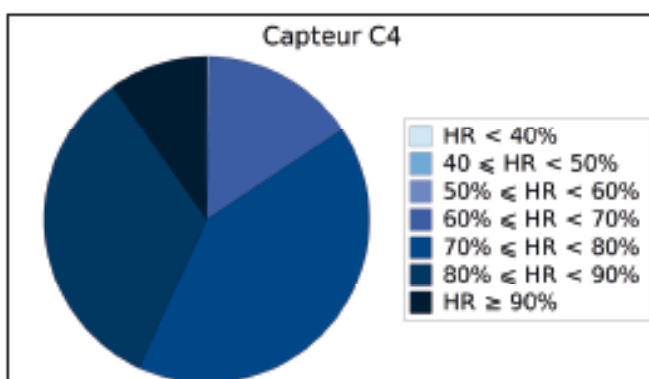
Figure HR3:  
Variations de l'amplitude hydrique quotidienne mesurée par les capteurs C3, C4 et C6 entre le 22 décembre 2020 et le 24 janvier 2022.



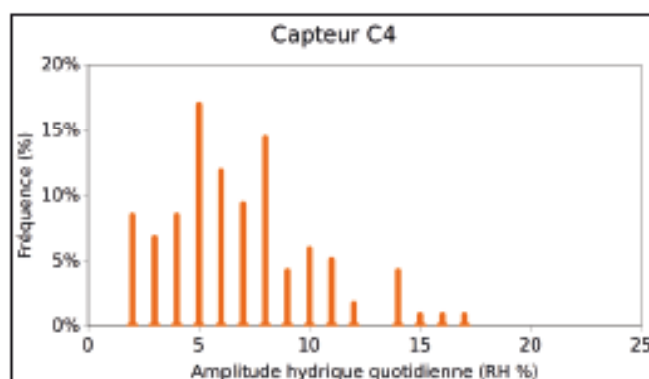
**Figure HR4:**  
Distribution statistique des valeurs d'humidité relative mesurée par le capteur C3 entre le 22 décembre 2020 et le 24 janvier 2022.



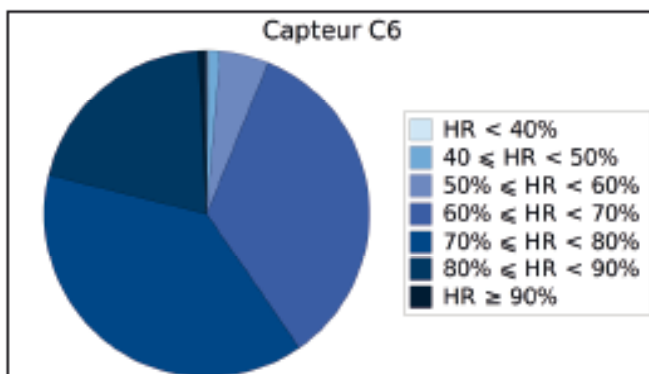
**Figure HR5:**  
Distribution statistique des amplitudes hydriques quotidiennes mesurées par le capteur C3 entre le 22 décembre 2020 et le 24 janvier 2022.



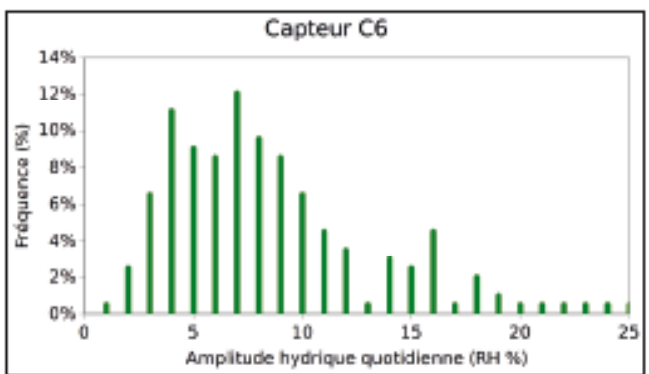
**Figure HR6:**  
Distribution statistique des valeurs d'humidité relative mesurée par le capteur C4 entre le 2 juin et le 24 janvier 2022.



**Figure HR7:**  
Distribution statistique des amplitudes hydriques quotidiennes mesurées par le capteur C4 entre le 2 juin et le 24 janvier 2022.



**Figure HR8:**  
Distribution statistique des valeurs d'humidité relative mesurée par le capteur C6 entre le 22 décembre 2020 et le 24 janvier 2022.



**Figure HR9:**  
Distribution statistique des amplitudes hydriques quotidiennes mesurées par le capteur C6 entre le 22 décembre 2020 et le 24 janvier 2022.

## ÉCART AU POINT DE ROSÉE

Le calcul de l'écart au point de rosée met en évidence un risque de condensation significatif pendant la période la plus froide. Les écarts sont fréquemment inférieurs à 2°C au cours des mois de novembre à février.

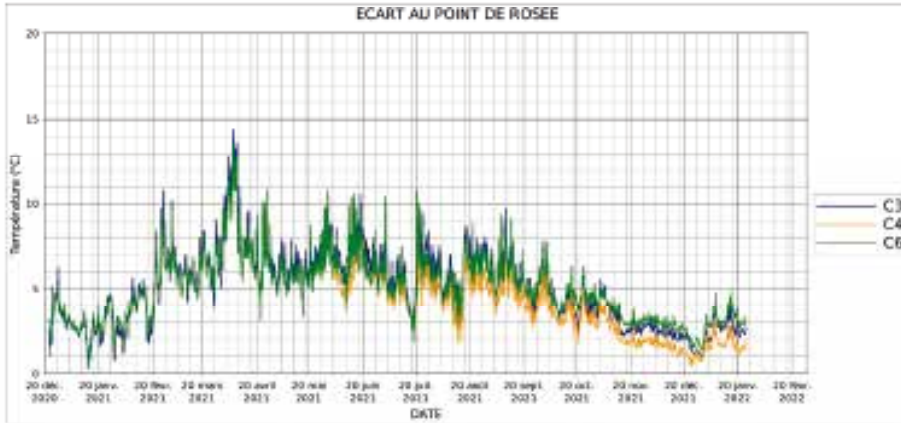


Figure HRS:  
Variations de l'écart au point de rosée calculé d'après les mesures des capteurs C3, C4 et C6 entre le 22 décembre 2020 et le 24 janvier 2022.

## 42. SAINTE-CROIX-EN-JAREZ

### Eglise de la chartreuse

### Ancien chœur de l'église

### Suivi climatique 2022-2023

#### I. VARIATIONS DE TEMPÉRATURE

Les valeurs et variations de température relevés dans l'église sont proches de celles relevées en extérieur, avec un effet d'amortissement significatif. Celui-ci se traduit par une nette diminution de l'amplitude des variations de court et moyen terme, et par un écrêtage des valeurs minimales et maximales annuelles. Ainsi, les maximales mesurées en août s'établissent à environ 28°C dans l'église (27°C en moyenne quotidienne) contre près de 31,5°C en extérieur. Les minimales relevées en décembre sont de 1,4°C à 2,1°C selon les zones, contre -3,5°C en extérieur.

Les variations de court terme sont modérées, avec des amplitudes thermiques quotidiennes associées aux contrastes jour/nuit de 1,1°C (capteur Est) à 2°C (capteur Nord). Ce dernier montre des variations quotidiennes sensiblement plus élevées entre septembre 2022 et mars 2023, avec des maxima ponctuels supérieurs à 4°C.

La température présente une bonne homogénéité, avec des écarts maximaux entre capteurs de 0,46°C en moyenne et un écart type de 0,43°C.

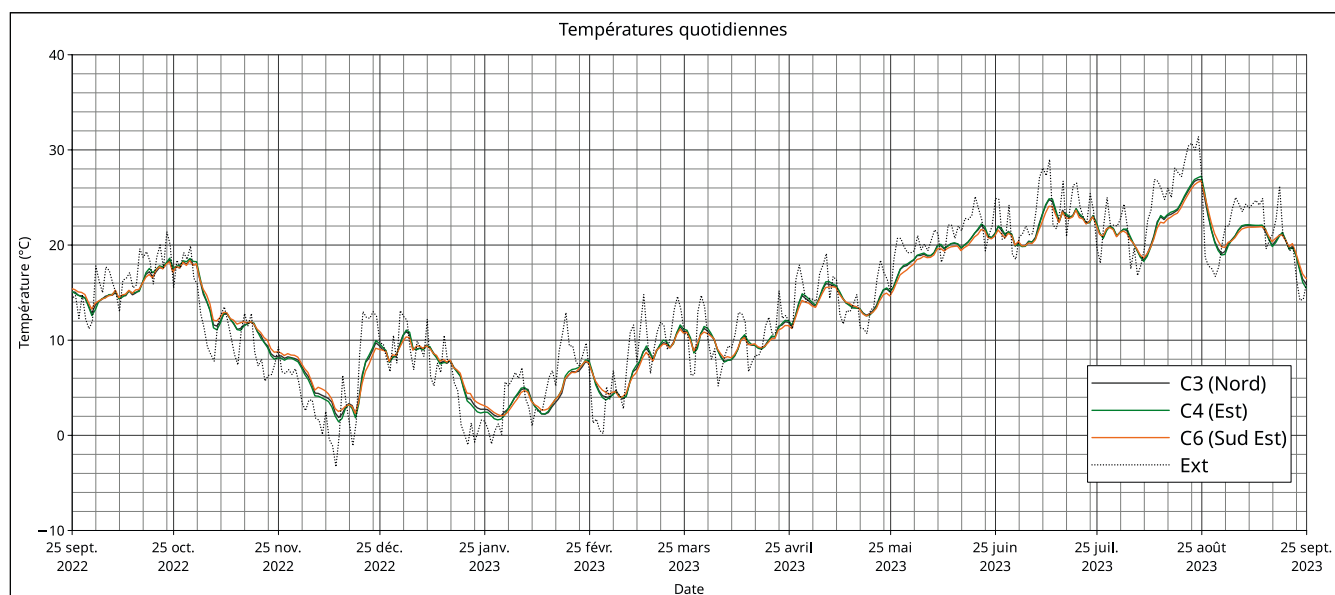


Fig. T1. Variations de la température quotidienne relevée par les capteurs Nord, Est et Sud-Est entre le 25 septembre 2022 et le 25 septembre 2023, comparées aux variations de la température quotidienne extérieure.

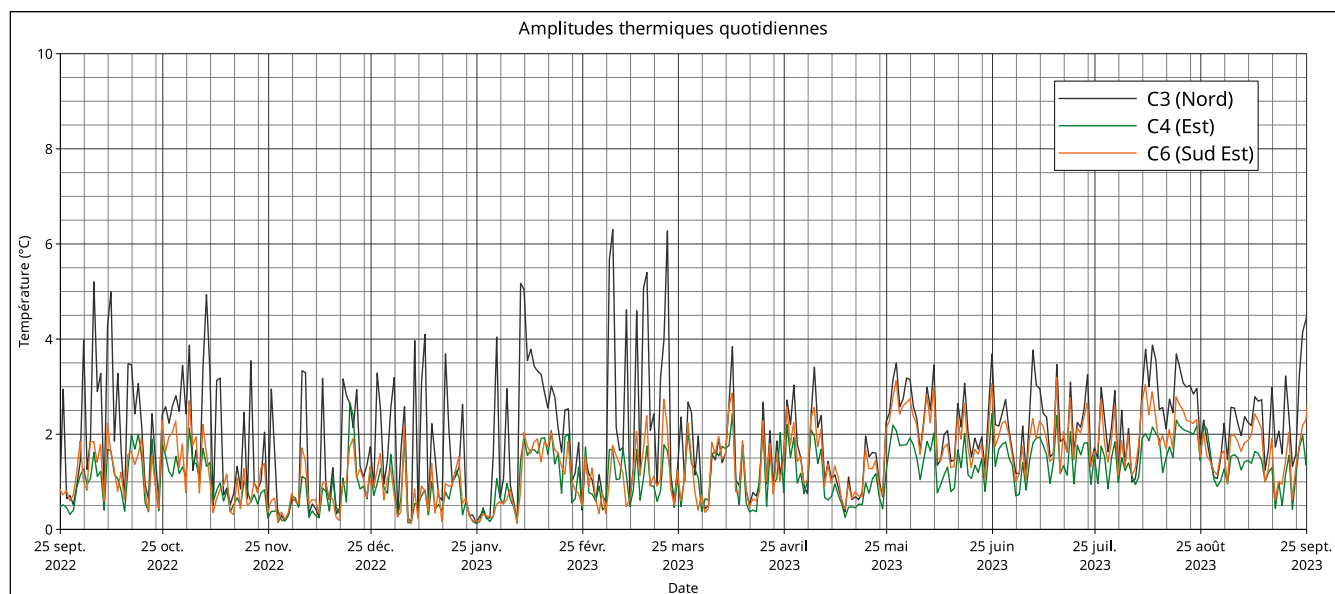


Fig. T2. Amplitudes thermiques quotidiennes relevées par les capteurs Nord, Est et Sud-Est entre le 25 septembre 2022 et le 25 septembre 2023.

## II. VARIATIONS D'HUMIDITÉ RELATIVE

L'humidité relative présente des variations significatives autour de moyennes de 76% (capteur Nord), 77% (capteur Est) et 81% (capteur Sud-Est) sur l'ensemble de l'année de mesures. Sur cette même période, l'humidité relative extérieure varie autour d'une moyenne de 70,8%.

Les variations mesurées sont fortement corrélées aux évolutions de l'humidité relative extérieure, avec un léger effet d'amortissement.

L'humidité relative est significativement plus élevée dans la chapelle lorsque les valeurs extérieures présentent une baisse notable, de court ou moyen terme, comme au mois de janvier ou pendant l'été 2023. Cet effet est nettement plus important dans la zone du capteur Sud-Est. Il se traduit notamment par une limitation des baisses menant à des minima ponctuels. Ainsi, les valeurs minimales relevées dans l'église aux mois d'octobre 2022 puis août 2023 sont de 55% dans les zones Est et Nord, 68% dans la zone Sud-Est, contre 38% en extérieur.

Les variations de court terme de l'humidité relative sont modérées, avec des amplitudes hydriques quotidiennes de 6% à 8,5% en moyenne. De même que pour la température, la variabilité de l'humidité relative dans la zone du capteur Nord est plus importante entre septembre 2022 et mars 2023.

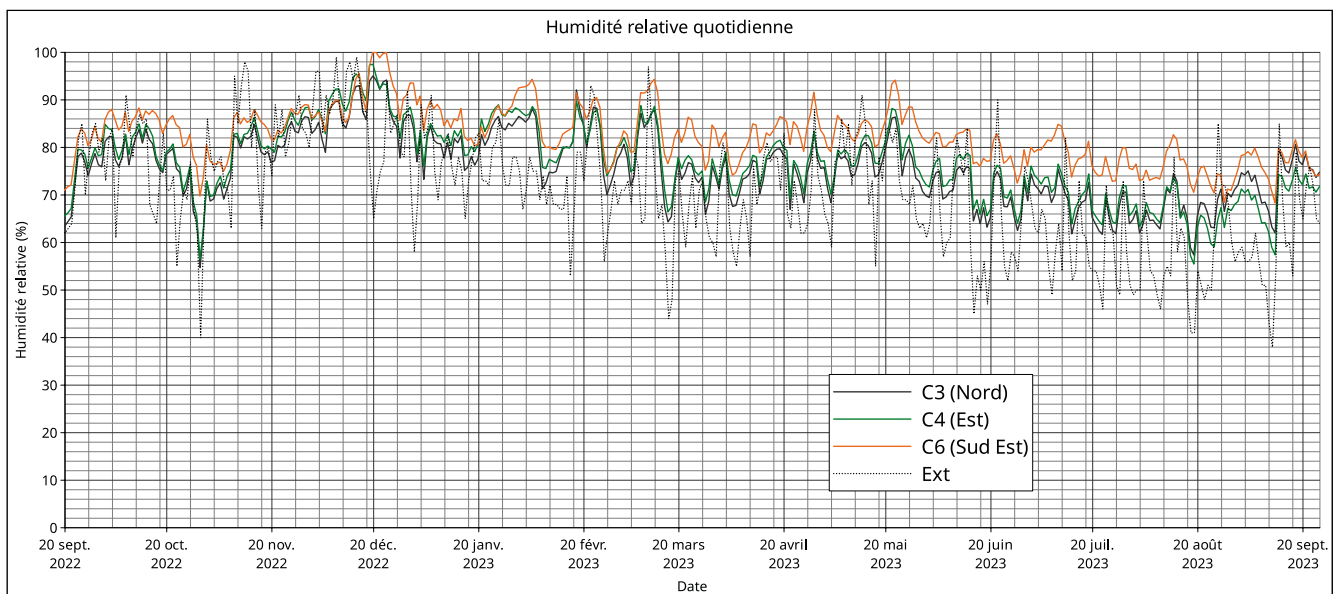


Fig. HR1. Variations de l'humidité relative quotidienne relevée par les capteurs Nord, Est et Sud-Est entre le 25 septembre 2022 et le 25 septembre 2023, comparées aux variations de l'humidité relative quotidienne extérieure.

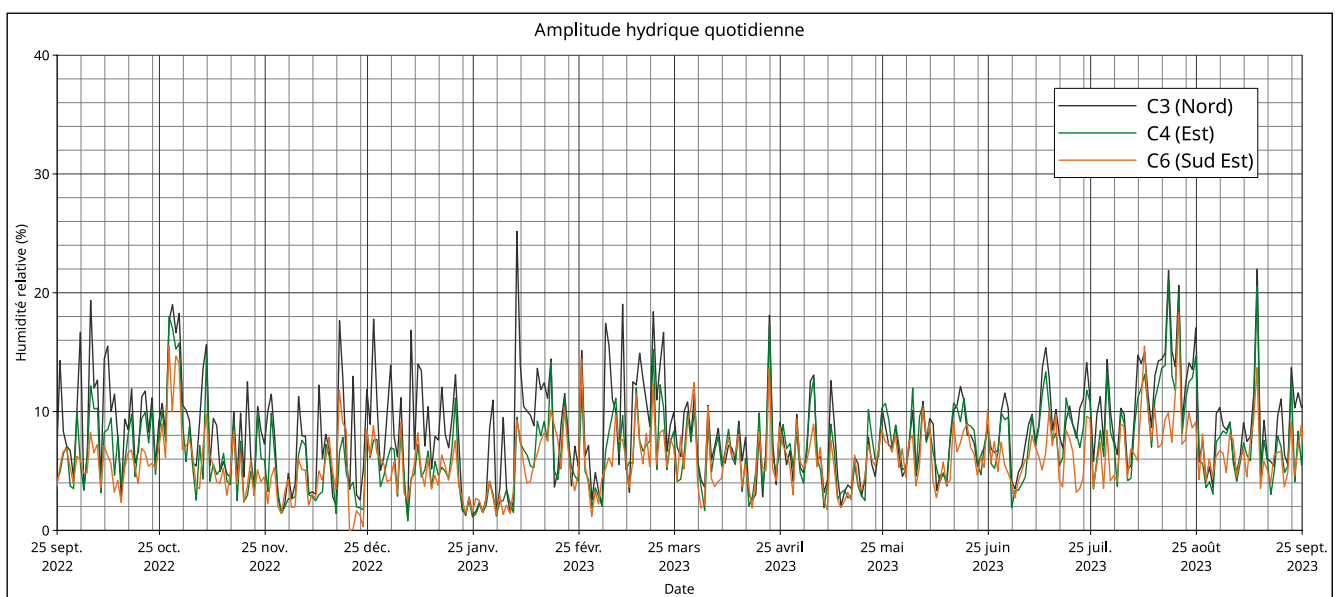


Fig. HR2. Amplitudes hydriques quotidiennes relevées par les capteurs Nord, Est et Sud-Est entre le 25 septembre 2022 et le 25 septembre 2023.

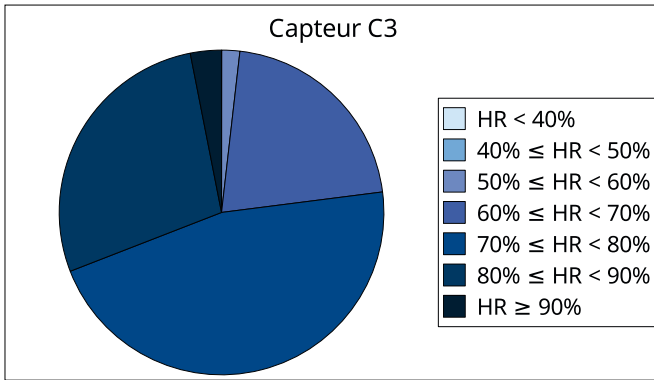


Fig. HR3. Distribution statistique des valeurs d'humidité relative relevée par le capteur C3 entre le 25 septembre 2022 et le 25 septembre 2023.

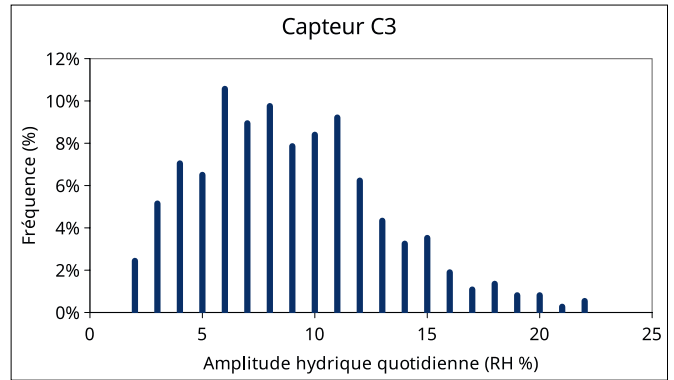


Figure HR4: Distribution statistique des amplitudes hydriques quotidiennes mesurées par le capteur C3 entre le 25 septembre 2022 et le 25 septembre 2023.

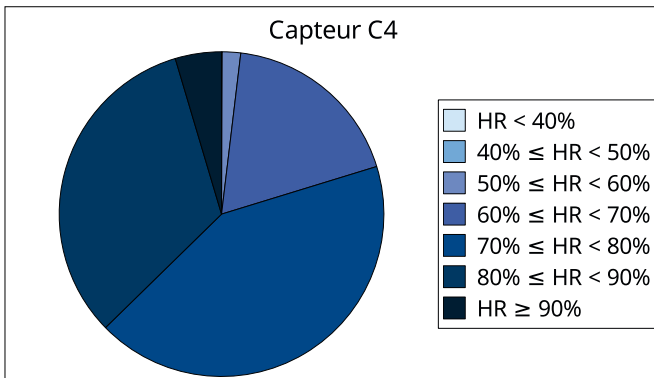


Fig. HR5. Distribution statistique des valeurs d'humidité relative relevée par le capteur C4 entre le 25 septembre 2022 et le 25 septembre 2023.

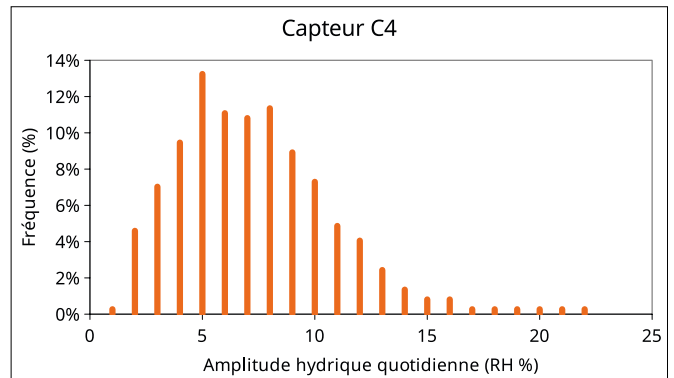


Figure HR6: Distribution statistique des amplitudes hydriques quotidiennes mesurées par le capteur C4 entre le 25 septembre 2022 et le 25 septembre 2023.

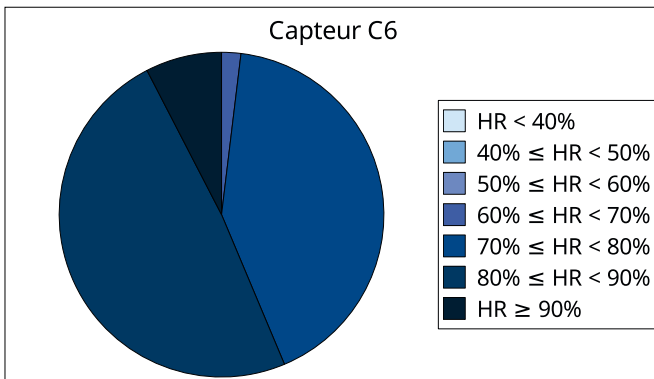


Fig. HR7. Distribution statistique des valeurs d'humidité relative relevée par le capteur C6 entre le 25 septembre 2022 et le 25 septembre 2023.

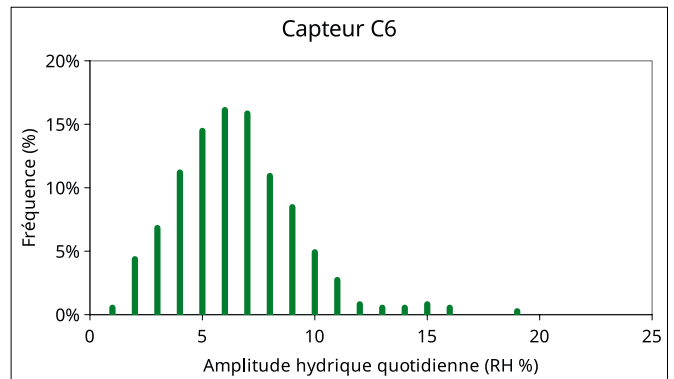


Figure HR8: Distribution statistique des amplitudes hydriques quotidiennes mesurées par le capteur C6 entre le 25 septembre 2022 et le 25 septembre 2023.

### III. RISQUES DE CONDENSATION

Le calcul de l'écart au point de rosée permet, en première approximation, d'évaluer le risque de condensation de l'humidité atmosphérique en surface des parements intérieurs et des objets conservés dans l'église.

Les valeurs calculées d'après les relevés de température et d'humidité relative mettent en évidence un risque significatif de condensation pendant une longue période, allant de septembre 2022 à juin 2023. En effet, les écarts au point de rosée sont fréquemment inférieurs à 3°C, et atteignent même ponctuellement des valeurs proches de 0. Les risques sont nettement plus élevés dans la zone du capteur Sud-Est, qui présente fin-décembre un écart nul correspondant à une humidité relative de 100% (condensation spontanée effective de l'humidité atmosphérique).

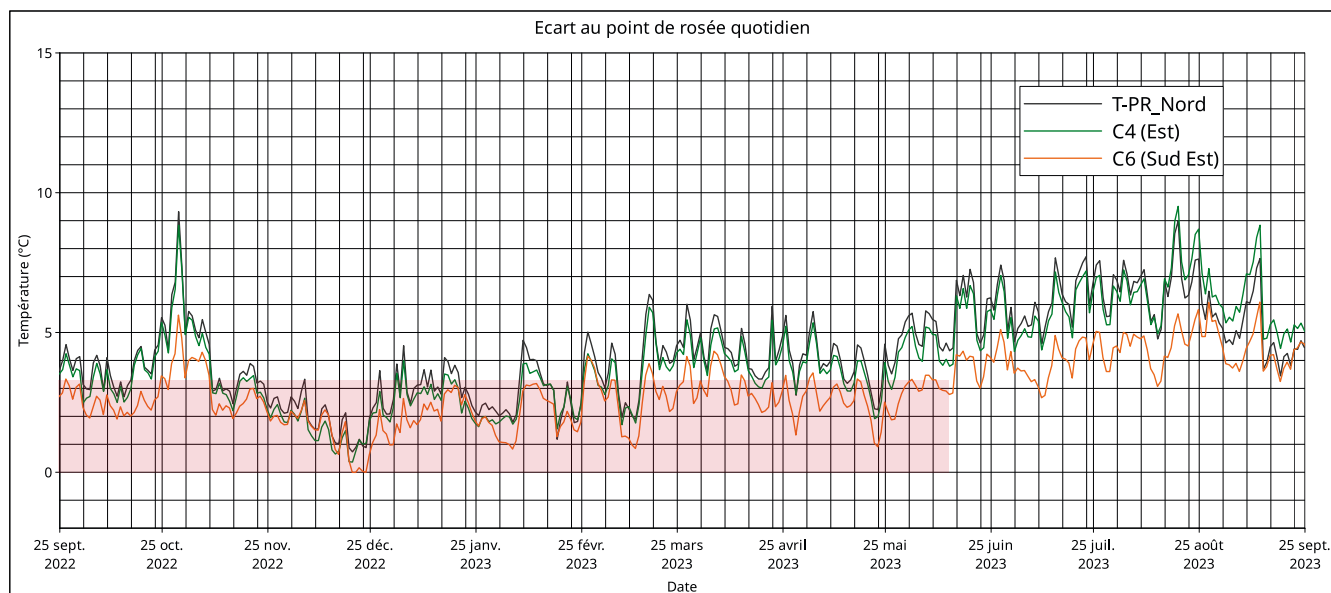


Fig. PR1: Ecarts quotidiens au point de rosée calculés d'après les valeurs de température et d'humidité relative relevées par les capteurs Nord, Est et Sud-Est entre le 25 septembre 2022 et le 25 septembre 2023. *En rouge: période de risque de condensation significatif.*

## 9. Préconisations pour la conservation des décors muraux

### Préconisations pour réduire les efflorescences salines :

- Zones au sol d'évacuation passive : il faudra faciliter au maximum l'évacuation rapide de l'humidité au pied des murs intérieurs (décroûtement; mise en place de graviers largeur de 20cm... );
- Zones verticales d'évacuation passive : les zones sous le niveau de l'ancien plancher devront rester non enduites, dans un souci de lecture du bâtiment et de garder une zone verticale d'évacuation passive;
- Un dessalement des parties basses à l'aide de compresses est envisagé: il conviendra de limiter au maximum les apports d'eau pour ne pas mobiliser les sels qui se trouvent plus en profondeur; des analyses de la teneur en sels en profondeur seraient utiles;
- Reprendre les enduits du contrefort extérieur paroi Nord, envisager un enduit plus respirant;
- Poser une plaque de plomb sur la partie supérieure du contrefort et faciliter l'écoulement des eaux de pluie;

### Préconisations contre les développements organiques :

- Un traitement algicide curatif et préventif est à mener: 3 applications de Biotin® R à 1% dans l'eau déminéralisée. Après 3 à 4 semaines d'action un brossage avec aspiration simultanée devra être réalisé. Une dernière application de Biotin® permettra une action préventive. Cette action préventive et de maintenance pourra être réalisée à nouveau un an après.
- Eclairage: les lampes LED seront préférées; le temps d'éclairage sera à diminuer; la température de couleur ne devra pas dépasser 3000 °K;
- Environnement lumineux naturel: changer les verres des baies pour des verres anti rayonnements ultra-violet.

### Mesure de conservation préventive des décors :

- Faire entrer le public par la sacristie pour éviter au maximum les effets de l'environnement extérieur sur l'intérieur du chœur médiéval;
- Modérer la taille des groupes (actuellement 30 pers. max) de visiteurs.

### Préconisations pour les décors de l'ancienne salle capitulaire:

- Intervention de conservation sur le long terme: dégagement des badigeons superposés au décor.
- Intervention de restauration: dépose du plancher haut et ouverture des baies peintes et murées, restauration des décors.





conservation-restauration  
peintures murales  
sculptures polychromes  
mosaïques

**InSitu**  
**CONSERVATION**